

INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR
Section de Pédologie

NOTICES
SUR LES
CARTES D'UTILISATION DES SOLS

2

Feuille d'Ankadinondry et de Babetville

par
J. RIQUIER

PUBLICATIONS
DE
L'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
TANANARIVE-TSIMBAZAZA

—
1956

SOMMAIRE

EXPLICATION DES SYMBOLES	3
Utilisation actuelle du sol	3
Types de sol	3
Pente	6
Erosion	6
Sédimentation	6
Disposition de la fraction	7
MONOGRAPHIE DE LA RÉGION	7
Géologie	7
Géomorphologie	7
Topographie	8
Hydrographie	8
Climat	8
Végétation	9
LES SOLS	9
LES CLASSES DE SOL	14
PLAN D'AMÉNAGEMENT ET DE CONSERVATION	17

EXPLICATION DES SYMBOLES

UTILISATION ACTUELLE DU SOL

1 culture :

- 1 a culture sèche,
- 1 b culture arbustive ou fruitière,
- 1 c culture d'inondation ou de décrue,
- 1 d rizière,
- 1 e jachère.

2 pâturage :

- 2 a pâturage naturel pour élevage extensif,
- 2 b pâturage artificiel.

3 bois ou forêt.

4 végétation naturelle et terre sans utilisation.

TYPES DE SOL

1. — *Sols latéritiques* provenant d'alluvions anciennes ou de colluvions déposées sur une pénéplaine. Surface scindée en nombreux plateaux séparés par des vallées.

Le profil ordinaire est le suivant (les profondeurs sont données ici à titre purement indicatif) :

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 0-20 cm | Terre brune, grumeleuse, nombreuses racines et rhizomes de graminées. |
| 20-100 cm | Sol brun rouge ou rouge, argilo-sableux, microposité forte, sans structure à l'état naturel, nuciforme sec. |
| 100-200 cm | Même horizon et présence quelquefois de concrétions ferrugineuses ou même de cuirasse ferrugineuse noirâtre à ce niveau.
Lits de petits galets arrondis marquant la limite avec l'horizon suivant. |
| 200 cm à une profondeur indéterminée | — Horizon rouge de sols latéritiques formés <i>in situ</i> , couleur plus claire que l'horizon précédent, filon de quartz en place. |

Enfin, zone de départ blanchâtre.

Quelquefois, les colluvions reposent directement sur la zone de départ.

2. — *Alluvions anciennes* à une altitude inférieure aux précédentes, c'est une seconde pénéplaine emboîtée, ou plutôt des terrasses à mi-hauteur entre la pénéplaine et le fleuve actuel.

Le profil classique est le suivant :

0-10 cm	Sol brun rouge. Végétation souvent clairsemée par l'érosion, plus active sur ces sols que sur les sols de plateaux précédents.
10-100 cm	Horizon rouge assez clair.
100-200 cm	Horizon bigarré de toutes couleurs (les couleurs étant réparties en taches). Zone de galets roulés.
200 et au delà	Sol latéritique formé <i>in situ</i> .

3. — Nous avons confondu sous ce numéro :

1° les *Sols latéritiques rouges en place*, pratiquement toujours dégradés, c'est-à-dire érodés en nappe, d'où un horizon humifère mince ou inexistant ;

2° les *Alluvions anciennes et colluvions N° 1*, dégradées elles aussi. L'horizon, qui affleure, et qui est cultivable, est dans les deux cas un horizon rouge ou brun rouge sans beaucoup de matière organique.

Le profil normal est le suivant :

0-5 ou 0-10 cm	Surface grise plus ou moins poudreuse, peu de racines.
10 à 200 cm	Horizon rouge clair, poudreux à l'état sec, très peu plastique à l'état humide. Avec ou sans filons de quartz selon le matériel parental.

4. — *Alluvions actuelles de la Sakay et de ses affluents*.

Ces sols diffèrent un peu des Baiboho classiques en ce sens que leur couleur est beige ou brune, et non rose, et leur texture plus sableuse que limoneuse.

Il n'est pas possible de décrire le profil car il est variable d'un point à un autre. Il y a des traînées de sable grossier presque pur à côté de parties plus lourdes (composées de sable fin et de limon liés par un peu d'argile). On rencontre quelquefois des traces d'hydromorphie (traînées rouille) dans les parties les plus lourdes.

5. — *Colluvions latéritiques* sur pente très comparable au sol N° 1, mais ces sols ne font pas partie de la vieille pénéplaine. Ils sont séparés du sol latéritique en place par un lit de quartz anguleux et non par des galets roulés. Etant donné leur pente ils sont plus érodés que les sols de plateaux. A ne pas confondre avec les colluvions de bas de pente.

6. — *Sols de bas fond.* Devant la difficulté de prospection de ces terrains et le temps dont nous disposions, nous avons confondu sous ce terme plusieurs types pédologiques de sol :

— des colluvions de bas de pente, plus ou moins hydromorphes avec nappe phréatique à 0,50 ou 2 m de profondeur. Provenant des sols latéritiques rouges situés à la partie supérieure, ils deviennent jaunâtre à taches rouille, lorsqu'on approche de la nappe phréatique. Souvent, des petites concrétions arrondies prennent naissance à ce niveau. Lorsque la nappe atteint la surface on passe insensiblement aux sols tourbeux.

— quelquefois, la nappe se trouve non dans un sol d'apport, comme le sol colluvionnaire, mais dans une zone de départ latéritique en place. Les minéraux en voie d'altération gardent leur forme primitive mais sont blanchis par entraînement du fer. On rencontre alors, sous la couche humifère assez épaisse, un sable feldspathique très blanc et de structure particulière.

— les sols de marais ordinaire formés sur alluvion limono-argileuse, de teinte grise à horizon de gley.

— les sols tourbeux proprement dits dont l'épaisseur peut atteindre 2 à 3 m avant d'atteindre le substratum d'argile grise sous-jacent ou la zone d'altération de la roche.

On obtient donc une grande complexité de sols en faisant varier les facteurs roche-mère, évolution du profil, hauteur de nappe phréatique, bon ou mauvais drainage, tout cela sur une très faible distance (ce qui nous a empêché de cartographier les bas-fonds d'une manière précise). Nous indiquerons cependant un projet d'aménagement selon les types de sol.

7. — *Sol squelettique sur granit.* Nous désignons ainsi des sols généralement en fortes pentes, où la roche est proche de la surface, et qui parfois même perce en surface sous forme de gros blocs arrondis. Le profil typique comprend un mince horizon humifère, suivi d'un horizon rouge pâle (de 20 à 50 cm) passant brusquement à un sol blanc jaunâtre à minéraux encore visibles (de quelques centimètres d'épaisseur), puis à la roche.

8. — *Alluvion subrécente jaune* formant une première terrasse de quelques mètres au-dessus des alluvions actuelles. Ce sont des sols autrefois hydromorphiques et maintenant drainés.

Le profil est le suivant :

0 à 10 ou 0 à 20 cm	Horizon humifère noir poudreux et non grumeleux.
20 à 60 cm	Horizon jaune à structure particulière et consistance compacte.
60 cm	Horizon blanc à taches rouges.

Le signe (11) ⁽¹⁾ marque l'emplacement du prélèvement d'un échantillon de sol. Le numéro correspond au numéro des résultats d'analyse.

Les analyses complètes des sols prélevés sont à la disposition de ceux qui en feront la demande à l'I.R.S.M., Boîte postale 434, à Tananarive.

PENTE

A 0 à 2 %,	D 10 à 25 %,
B 2 à 5 %,	E 25 à 50 %,
C 5 à 10 %,	F 50 %,

EROSION

- 0 érosion nulle.
- 1 légère en nappe : 0 à 50 % de la surface humifère ont été érodés.
- 2 érosion en nappe : 50 à 100 % de la surface humifère ont été érodés.
- 3 sévère érosion en nappe : sous-sol mis à nu.
- 4 très sévère érosion en nappe :
la zone de départ du sol latéritique, la zone d'altération de la roche, l'argile bariolée affleurent.
- 5 la roche est mise à nu.
- 6 érosion en nappe + rigoles :
 - 6 a rigoles occasionnelles (plus de 30 m entre chaque rigole),
 - 6 b rigoles fréquentes (moins de 30 m).
- 7 érosion en nappe + rigoles + ravins à parois obliques :
 - 7 a ravins occasionnels,
 - 7 b ravins fréquents.
- 8 érosion en nappe + rigoles + ravins à parois verticales (lavaka) :
 - 8 a « lavaka » occasionnelles,
 - 8 b « lavaka » fréquentes.
- 9 mouvements de masse, solifluxion, glissements de terrain.
- 10 érosion éolienne.

SÉDIMENTATION

I apport fluvial de quelques centimètres par an :

I_s sableux

I_l limoneux

II apport éolien.

(1) Chiffre inscrit dans un cercle

DISPOSITION DE LA FRACTION

Utilisation actuelle du sol : $\frac{\text{Type de sol}}{\text{pente - érosion ou sédimentation}}$

$$\text{Ex. : } 1 \text{ a } \frac{4}{B-2}$$

1 a culture sèche.

4 sol latéritique sur migmatite.

B pente 2 à 5 %.

2 horizon humifère presque entièrement décapé.

On peut associer plusieurs lettres ou plusieurs chiffres :

Ex. : AC pente de 0 à 10 %

3 + 4 association de sols : colluvion et sol latéritique en place.

MONOGRAPHIE DE LA REGION

Pour une étude plus détaillée nous renvoyons à « Rapport sur une prospection pédologique dans la région de la moyenne Sakay » par TERCINIER (*Mém. Inst. sci. Madag.*, D, III, fasc. 2, 1951) et à « Étude géologique des feuilles de Tsiroanomandidy - Soavinandriana » par LAPLAINE (*Travaux du Bureau géologique*, n° 20, Tananarive, 1951).

GÉOLOGIE

La roche en place dans la plus grande partie de cette zone est une migmatite. L'altération de cette roche donne le sol latéritique en place que l'on trouve, en affleurement quelquefois, et le plus souvent en sous-sol. Les granites en feuillet que l'on trouve disséminés au milieu de la migmatite ne présentent pratiquement aucune importance du point de vue pédologique.

Mais il faut surtout noter que la surface topographique a été remaniée et que les sols ne dérivent pas obligatoirement de la roche sous-jacente. Une ligne de galets roulés à 2 m de profondeur environ est trouvée sous les plateaux. Nous sommes donc en présence d'une pénéplaine, et les sols proviennent d'alluvions et de colluvions anciennes. Nous ne rejetons pas *a priori* un apport d'alluvions anciennes volcaniques bien que l'apport direct de cendres par les vents soit plus probable. La Lily et le Mazy, cependant, alluvionnent, encore maintenant, des roches volcaniques et des sols en suspension provenant de l'Itasy.

GÉOMORPHOLOGIE

La partie cartographiée est constituée par une vaste pénéplaine

à l'altitude de 930 m environ sauf le secteur Sud-Est occupé par un massif granitoïde atteignant 1.197 m.

Deux cycles d'érosion au moins ont disséqué la pénéplaine en de multiples plateaux souvent séparés les uns des autres. Des anciennes terrasses correspondantes à ces cycles sont encore visibles. Actuellement les fleuves sont assez encaissés au milieu de cet ensemble, mais l'érosion géologique n'est pas dans une phase active.

TOPOGRAPHIE

Si nous mettons à part le sommet granitoïde assez escarpé, le reste est constitué par une série de plateaux coupés de profondes vallées et entamés de toutes parts par d'anciennes érosions en forme de lavaka stabilisée (c'est-à-dire en arc de cercle).

Pas ou très peu de lavaka ou de ravins actifs mais une érosion en nappe très forte sur le rebord des plateaux et des pentes. Ces plateaux isolés les uns des autres gênent beaucoup la circulation. Par contre, les têtes de vallée en forme de cirque et souvent alimentées par des sources constituent un bon refuge pour la culture maraîchère.

HYDROGRAPHIE

Deux grandes rivières drainent le pays : la Sakay et l'Ihazomay dont le confluent se trouve dans les limites de la carte. Le profil de ces rivières est constitué par une suite de petites plaines et de défilés avec rapides. Des niveaux de base locaux sont créés par des filons rocheux de roche plus résistante à l'altération, qui forment barrage dans le lit du fleuve. Le relief général est plutôt mûr et aucune reprise d'érosion, aucun approfondissement du lit des fleuves, ne semblent se dessiner actuellement. Des petites vallées, étrangement ramifiées en un réseau dendriforme, drainent le reste de la surface. Les têtes de vallée sont occupées par des sources presque toujours permanentes avec de l'eau très fraîche, et par des dépressions tourbeuses. La vallée principale est remblayée par des alluvions et possède souvent des rizières.

CLIMAT

Nous utiliserons les données de la Station vétérinaire de Kianjasoa à une dizaine de kilomètres d'Ankadinondry. La saison sèche est très marquée : 5 mois totalisent 78 mm de pluie en 15 jours. C'est aussi l'époque des vents desséchants. Par contre, les pluies commencent en novembre (93 mm) et se poursuivent jusqu'en avril (107 mm) avec un maximum en janvier et février (plus de 400 mm pour chacun de ces mois en 20 jours par mois environ). La pluviosité totale atteint ainsi 1.893 mm.

A Tsiroanomandidy, les températures moyennes du mois le plus chaud (mars) et du mois le plus froid (juillet) sont respectivement de 24°2 et 18°7, la température moyenne annuelle étant de 22°4.

VÉGÉTATION

Mise à part la présence de manguiers marquant l'emplacement d'anciens villages et de quelques goyaviers sur les colluvions et au bord des fleuves, la végétation est uniquement composée de graminées : *Imperata*, *Hyparrhenia*, *Heteropogon*, *Aristida* ou de Cypéracées dans les bas-fonds.

Les meilleurs sols, c'est-à-dire les plus humifères, les moins érodés, sont recouverts d'une végétation dense et haute d'*Imperata* (Tenina) et d'*Hyparrhenia* (Vero).

L'*Heteropogon* (Dango) semble surtout repousser après culture dans les jachères. Il est évident que tous ces plateaux ont été plus ou moins cultivés autrefois et la répartition de ces trois graminées, souvent en mélange, ne peut indiquer toujours la valeur du sol ; elle est un peu fonction des antécédents cultureux.

L'*Imperata*, cependant, correspond toujours à un sol très humifère et très meuble dans toute l'épaisseur prospectée par les rhizomes de cette graminée.

La présence d'*Aristida* est toujours synonyme de sol dégradé soit par l'érosion, soit par l'épuisement chimique.

LES SOLS

Une vingtaine de sols ont été analysés avec plusieurs échantillons pour chaque sol. Voici les caractéristiques des principaux types de sols. Leur morphologie a été décrite dans la légende.

Sols latéritiques sur alluvions et colluvions anciennes (chiffre 1 de la légende)

a) *Localisation*. — Ces sols occupent les plateaux faisant partie de l'ancienne pénéplaine et quelques pentes du massif granitoïde.

b) *Caractéristiques*. — La composition granulométrique est à peu près la suivante : argile 15 à 25 %, limon 10 à 20 %, sable fin 25 à 40 %, sable grossier 10 à 35 %. Ce sol est, relativement perméable et se ressuie très vite après une pluie.

Le pH varie de 6,1 à 6,3 en surface pour atteindre 6,3 à 6,5 en profondeur, donc acidité légèrement plus forte en surface. Ces sols sont donc en moyenne peu acides.

Ils retiennent bien l'eau lorsqu'ils ont été labourés, leur humidité équivalente est bonne en général. Nous avons observé un sol sec jusqu'à 1 m 50 de profondeur sous végétation naturelle au mois de juillet, et l'humidité a été constatée à partir de 30 cm dans le même sol labouré.

L'horizon humifère supérieur de 20 à 25 cm d'épaisseur a une teneur en matière organique de 3 à 5 %, donc une très bonne ri-

chesse. L'azote total varie de 1,5 à 2 %, le rapport C/N est égal à 12 ou 13 environ, ce que nous considérons comme bon.

Les teneurs en bases échangeables sont bonnes, 1 à 2 ‰ de CaO, 0,35 à 0,50 MgO, sauf la teneur en potasse qui est un peu faible, 0,07 ‰. Le phosphore assimilable est aussi faible.

Les bases échangeables ont des valeurs de 5 à 10 milliéquivalents pour 100 grammes.

Les bases totales sont par contre moins fortes proportionnellement ; la teneur en CaO varie de 1,5 à 2,5, K₂O de 0,20 à 0,25, P₂O₅ de 1 à 1,5 ‰.

Par contre, l'horizon rouge inférieur a des teneurs très faibles : 0,2 à 0,7 ‰ de CaO, 0,05 à 0,10 MgO, 0,04 à 0,08 de potasse.

La somme des bases échangeables varie de 1 à 3 milliéquivalents, la capacité d'échange de 10 à 15 milliéquivalents pour 100 gr.

La teneur en CaO total est de 0,5 à 1 ‰, K₂O 0,10 à 0,15, P₂O₅ de 2 à 7 ‰.

Le rapport SiO₂/Al₂O₃ entre 1 et 2 classe ces sols dans les sols latéritiques mais souvent faiblement latéritiques.

c) *Valeur agricole.* — En résumé, sol assez riche en surface grâce à la matière organique et aux éléments échangeables mais manquant un peu de réserve surtout en potasse. Le sous-sol, par contre, est pauvre. Les engrais les plus recommandés sont les engrais phosphatés et potassiques, azotés pour les secteurs les plus érodés. La lutte contre l'érosion et l'entretien de la matière organique oblige à faire des engrais verts ou des prairies artificielles en rotation.

Sols latéritiques en place et alluvions anciennes dégradées (chiffre 3 de la légende)

a) *Localisation.* — Partout où la pente est forte, les alluvions anciennes ont été dégradées par érosion (c'est-à-dire que l'horizon humifère a été décapé) ou ont été complètement enlevées (dans ce cas c'est le sol latéritique sous-jacent qui affleure). On trouve donc ces sols sur les croupes dénudées ou sur les pentes des plateaux.

b) *Caractéristiques.* — Etant donné que c'est le sous-sol des sols décrits précédemment qui affleure, les caractéristiques en ont été déjà données dans le paragraphe précédent.

La surface du sol prend un aspect tassé, battant, imperméable avec très peu de matière organique. Souvent de nombreux cailloux jonchent le sol, ce sont les résidus d'érosion de tous les horizons supérieurs décapés.

Les caractéristiques sont les mêmes que celles des horizons profonds des sols précédemment décrits.

c) *Valeur agricole*. — Elle est nulle par suite de mauvaises propriétés physiques : compacité, dispersion de l'argile (due au manque d'humus), et par suite d'une richesse chimique très faible. Ces sols peuvent être reboisés cependant pour éviter l'érosion, ou plutôt réembroussaillés, car jamais ils ne porteront de très beaux arbres. Le facteur limitant est aussi la sécheresse des pentes.

Alluvions anciennes de la terrasse inférieure (chiffre 2 de la légende)

a) *Localisation*. — On les trouve à 5-6 m au-dessus des vallées actuelles. Les plus typiques sont rencontrés sur la route Babetville-Kianjasoa peu après la sortie de Babetville. Mais il existe des lambeaux de terrasses un peu partout.

b) *Caractéristiques*. — Elles ont à peu près les mêmes caractéristiques que les alluvions anciennes de plateau mais elles sont plus érodées en général, donc plus pauvres. Elles servent souvent de lieu de passage pour les troupeaux montant de la vallée sur le plateau et reçoivent l'eau de ruissellement de toute la pente qui les domine. Les aires de battage du riz sont fréquentes sur ces terrasses.

Leur horizon de surface a des propriétés intermédiaires entre l'horizon humifère et le sous-sol des sols de plateau. En profondeur le sous-sol est aussi pauvre que le sous-sol des plateaux. Les mêmes chiffres sont valables.

c) *Valeur agricole*. — Nous ne recommandons pas la culture sur ces terrasses à cause de leur susceptibilité à l'érosion. Elles peuvent être utilisées en pâturage amélioré. Souvent, d'ailleurs elles serviront de terrain de construction pour les fermes. De petits jardins peuvent être créés par irrigation autour des maisons.

Alluvions actuelles de la Sakay (chiffre 4 de la légende)

a) *Localisation*. — Ces alluvions s'étendent en mince bande le long de la Sakay. Elles sont souvent inutilisables à cause de l'étroitesse de cette bande. Cependant dans les boucles du fleuve nous trouvons de petites plaines très intéressantes par suite de leur possibilité d'irrigation et de leur richesse relative.

b) *Caractéristiques*. — La composition granulométrique est très variable. Il y a de grandes traînées de sable presque pur (mais l'irrigation avec de l'eau limoneuse a tendance à combler ces différences en colmatant les sables). La somme argile + limon varie de 7 à 40 %, le sable grossier de 10 à 65 %.

Le pH oscille entre 6 et 6,5.

La matière organique est bien humifiée mais faible dans les sols sableux. Il y a même des déficiences nettes en azote dans les sables.

Les bases échangeables sont aussi en proportions extrêmement variables, certains sols sont déficients en potasse échangeable, d'autres en phosphore assimilable. En général les sols limono-argileux ont des teneurs supérieures. L'apport d'engrais marque très bien et augmente très sensiblement les éléments nutritifs du sol (échantillon 151) surtout quand la capacité d'échange de base T est bonne.

c) *Valeur agricole.* — Leur bonne structure, l'apport des eaux d'irrigation, permettent de faire de la culture maraîchère sur ces sols. Cependant, il peut se révéler des zones stériles, dues au manque de tel ou tel élément impossible à prévoir *a priori*. Certains oligo-éléments peuvent aussi manquer dans les sols sableux. La culture et l'irrigation homogénéiseront les parcelles. L'apport d'engrais doit être très rentable. La grande culture et les cultures fourragères sont aussi possibles, ainsi que la culture fruitière (avec irrigation et si l'inondation n'est pas trop longue), l'exposition au vent doit être étudiée.

Colluvions latéritiques sur pente (chiffre 5 de la légende)

a) *Localisation.* — Elles s'étendent sur les pentes du sommet granitoïde, à l'Est de la Sakay.

b) *Caractéristiques.* — Les propriétés physiques et chimiques sont très semblables à celles des sols de plateaux. Leur aspect morphologique est aussi à peu près équivalent. Seule leur origine est différente.

c) *Valeur agricole.* — Même vocation que les sols latéritiques sur plateaux lorsque la pente est faible, mais les dangers d'érosion sont graves si la pente est forte et des mesures antiérosives énergiques doivent être prises. Dans certains cas les cultures elles-mêmes seront remplacées par des prairies.

Sols de bas-fonds (chiffre 6 de la légende)

1° Colluvions de bas de pente

a) *Localisation.* — Elles commencent à la rupture de pente et se raccordent aux fonds de la vallée. On les trouve pratiquement partout en mince bande au pied des collines.

b) *Caractéristiques.* — La granulométrie est en général plus fine que celle des sols latéritiques en place ; on peut compter 25 % des quatre constituants avec plutôt prédominance des sables fins.

Le pH est d'environ 6 à 6,2.

La matière organique est assez abondante 2 à 4 % et l'azote suffisant 1 à 2 ‰.

Les teneurs en bases échangeables sont faibles ainsi que les bases totales.

c) *Valeur agricole.* — Cependant la présence de la nappe phréatique à 50 cm environ, la relative abondance de matière organique autorise une culture avec rotation appropriée. Il est probable que l'eau de ruissellement des collines apporte des éléments solubles qui profitent directement aux plantes, surtout si les feux de brousse ravagent la colline. Ces sols conviennent très bien pour le jardin potager et pour les arbres fruitiers (si la nappe phréatique n'est pas très proche).

2° Sols tourbeux

a) *Localisation.* — Ils se rencontrent surtout dans les fonds de vallée ni trop en amont car ce sont les colluvions qui prédominent, ni trop en aval, car alors la rivière alluvionne. Le cas le plus fréquent est constitué par le barrage d'une vallée secondaire par les alluvions de la vallée principale, ce qui crée un marais.

b) *Caractéristiques.* — C'est une tourbe résultant de la décomposition de cypéracées, assez fibreuse en général et d'épaisseur variable. Celle que nous avons analysée avait un pH de 5,0 une teneur en matière organique de 25 %, une forte teneur en azote total mais un rapport C/N élevé et un rapport humus/mat. org. bas, ce qui montre une mauvaise humification.

Cette tourbe est très désaturée: indice de saturation de 13 % et manque surtout de potasse.

La chaux et la magnésie sont suffisantes.

c) *Valeur agricole.* — Ces sols doivent être drainés très lentement, sinon la tourbe se dessèche, ne se transforme pas en humus, et forme des granules non mouillables, c'est une transformation irréversible. La meilleure utilisation sera donc la rizière qui maintient le sol en eau une partie de l'année, permet une décomposition lente de la matière organique, et apporte des limons par les eaux d'irrigation. Plus tard, il est possible de faire des pâturages naturels ou artificiels après évolution du sol et bon drainage.

Sols squelettiques sur granite (chiffre 7 de la légende)

Nous n'avons pas prélevé ces sols, étant donné leur utilisation très restreinte. La présence de roches, l'érosion très forte, le peu d'épaisseur du sol interdisent la culture et toute reforestation économique. Un seul objectif : éviter une érosion trop grave qui pourrait nuire aux autres cultures situées plus bas. Il faut réembroussailler ces sols et éviter surtout le surpâturage.

Alluvions jaunes (chiffre 8 de la légende)

a) *Localisation.* — A 1 ou 2 m au-dessus des alluvions récentes. Ce sont des alluvions dont le profil a subi une hydromorphie générale, mais, par suite d'un abaissement du niveau de base de la

rivière, elles se sont trouvées drainées. Elles ont gardé cependant leur caractère hydromorphe. Les plus typiques se trouvent dans la vallée de la Dabolatsaka.

b) *Caractéristiques.* — La composition granulométrique est approximativement la suivante : argile 10 à 15 %, limon 10 à 15, sable 25 à 35, sable grossier 35 à 45 %.

Le pH varie de 6 environ en surface, à 6,5 en profondeur.

Les bases échangeables sont en très faible quantité ainsi que les bases totales, c'est un sol très pauvre.

On trouve environ 0,35 % de CaO, 0,10 de MgO, 0,03 de K₂O, échangeables et 0,75 de CaO, 0,10 de K₂O, 0,50 de P₂O₅ totaux.

La structure elle-même est assez mauvaise.

c) *Valeur agricole.* — Ces sols ne peuvent avoir d'autre utilisation que la rizière s'ils sont irrigables, sinon un pâturage naturel, dûment contrôlé, permet leur mise en valeur.

LES CLASSES DE SOLS

CLASSE I A.

Entrent dans cette classe les alluvions récentes de la Sakay (type de sol 4).

Ce sont de bonnes terres cultivables avec ou sans irrigation, mais soumis parfois aux inondations, ce qui limite les cultures possibles.

L'apport de fumier, surtout pour les cultures maraîchères, est à recommander. Il comblera le déficit en matière organique et en azote assez fréquent et améliorera la teneur en eau des sols trop sableux.

Il est difficile de recommander des engrais car l'analyse montre que les déficiences sont très locales et les sols très hétérogènes.

Aucune rotation ne semble nécessaire si le sol est irrigué. L'utilisation actuelle par des cultures maraîchères : tomates, oignons, etc., semble la meilleure, ainsi que les cultures fruitières : orangers, peut-être caféiers (si la nappe d'eau est assez profonde et les sols bien drainés).

CLASSE I B.

Nous avons placé dans cette catégorie les alluvions sableuses de la Sakay qui présentent des déficiences très marquées. Ces alluvions étant généralement en bandes étroites au milieu des alluvions limoneuses, on ne peut prévoir un traitement spécial. On peut espérer que l'apport de fumier, le colmatage par les eaux d'irrigation, les labours, homogénéiseront les parcelles. Ces sols contiennent de plus de nombreux minéraux en cours d'altération,

qui, à la longue, donneront des éléments fins assez riches. Les parties ne contenant que du quartz sont évidemment à éviter. Il faut peut-être prévoir dans certains cas un rideau végétal le long du fleuve pour filtrer les eaux de crue et éviter l'envahissement des cultures par le sable.

CLASSE II.

Ce sont les sols de bas-fonds : alluvions des petits ravins et surtout sols tourbeux (type de sols N° 6). Ces sols ne peuvent être utilisés tels quels en général. Il faut les drainer, faciliter une lente décomposition de la tourbe. L'utilisation la plus commode est la rizière. Elle autorise une décomposition lente de la tourbe par le maintien de l'eau à certaines époques de l'année, et cette culture se contente de terrain à nappe phréatique proche de la surface. Dans les parties les mieux drainées on peut essayer des prairies artificielles en utilisant des graminées qui ne craignent pas l'excès d'eau : elephant-grass par exemple. Il doit être possible d'obtenir un gros apport de matière verte en saison sèche. Si le drainage est très difficile (par suite d'une pente trop faible) faire un barrage et créer un étang de pisciculture.

Cette classe peut aussi comprendre des alluvions récentes riches mais difficilement drainables.

CLASSE III A.

Elle comprend les meilleures terres de plateau, mais sur lesquelles il est nécessaire de prévoir des mesures antiérosives : haie vive, terrasses en pente, etc... (voir plus loin le plan d'aménagement).

L'apport de fumier de ferme paraît obligatoire pour entretenir la teneur en matière organique de ces sols. Si cet apport ne peut être fait par suite d'un manque de fumier, des rotations avec engrais verts pourront y suppléer.

Nous craignons sur ces sols un manque de phosphore, comme sur tous les sols tropicaux, mais aussi un manque de potasse. Les engrais potassiques sont à essayer.

CLASSE III B.

Les sols qui ont été groupés dans cette classe sont déjà légèrement érodés et possèdent une végétation naturelle de graminées moins dense. En conséquence, l'horizon organique supérieur est moins épais et moins riche. Les rotations avec engrais vert seront plus longues et on réduira en proportion les cultures érosives telles que manioc, maïs. Il n'est pas interdit d'ailleurs de faire pâturer légèrement les engrais verts, comme il est pratiqué actuellement. Le strip cropping le long des pentes est alors recommandé.

Si le sol est très épuisé, on peut envisager une légumineuse pluriannuelle de régénération : *Cajanus indicus* (Ambrevade), *Crotalaria*, *Tephrosia*, *Pueraria* (Kudzu).

CLASSE IV.

Les colluvions de bas de pente et une partie des sols tourbeux, en tête de vallée ou sur les flancs de la vallée, ont pour vocation les cultures maraîchères et fruitières. Nous n'avons certainement pas porté sur la carte toutes les surfaces à mettre dans cette classe car c'est moins une question de vocation du sol qu'une question d'aménagement. Un bon drainage, un petit barrage permettant l'irrigation, autorisent la mise en culture de presque tous les bas-fonds étroits et faiblement marécageux. La présence de source est nécessaire. L'abri des vents, un microclimat plus humide doivent favoriser les cultures arbustives.

CLASSE VI A.

Nous avons placé dans cette classe les sols trop pauvres pour être cultivés intensivement. Le pâturage naturel contrôlé est leur meilleure utilisation. On peut cependant améliorer ces pâturages en introduisant des graminées plus intéressantes : *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata*. Dans ce cas on laboure d'étroites bandes de 2 m de large environ au milieu de la végétation naturelle et on sème l'espèce améliorante.

Les surfaces classées VI A sont évidemment insuffisantes proportionnellement aux surfaces cultivées, mais les surfaces cultivées sont aussi destinées à la nourriture des animaux : manioc, ensilage de maïs, pâturage des engrais verts, ce qui permet d'équilibrer élevage et culture.

CLASSE VII A.

Ces sols doivent être reboisés par suite de leur pente trop forte. Ils sont susceptibles de porter des boisements économiques. Nous avons aussi placé dans cette classe les rideaux forestiers brise-vent, que nous recommandons (voir plan d'aménagement) autour de chaque plateau cultivable.

Si les sols de la classe III A s'épuisent trop rapidement, on peut les faire passer dans cette classe VII A, c'est-à-dire les reboiser.

CLASSE VII B.

Ce sont des sols à pente trop forte, trop érodés ou trop pauvres. Le pâturage est impossible car il ruine rapidement la maigre végétation naturelle. Le reboisement, les fossés d'absorption sont assez coûteux, et ne sont valables que dans certains cas. La plus grande surface doit être réembroussaillée économiquement et pro-

tégée des feux et des animaux. On évitera ainsi un ruissellement et une érosion trop importante qui gêneraient les cultures de la classe V sous-jacente.

PLAN D'AMENAGEMENT ET DE CONSERVATION

Le fait le plus remarquable est la richesse chimique et biologique des horizons supérieurs du sol (10 à 30 cm d'épaisseur sur les parties planes), richesse deux à trois fois plus forte que dans le sous-sol. D'autre part, la surface a une structure mottée ou grumeleuse très supérieure à la structure assez compacte du sous-sol.

Tous les procédés de conservation que nous allons étudier auront pour but le maintien dans son intégrité de l'horizon supérieur du sol. Les chapitres suivants vont traiter du mode de dégradation, des méthodes permettant d'apprécier cette dégradation, des conditions générales propres à cette région, enfin des mesures anti-érosives proposées.

DÉGRADATION DES SOLS

Il existe trois causes essentielles de dégradation :

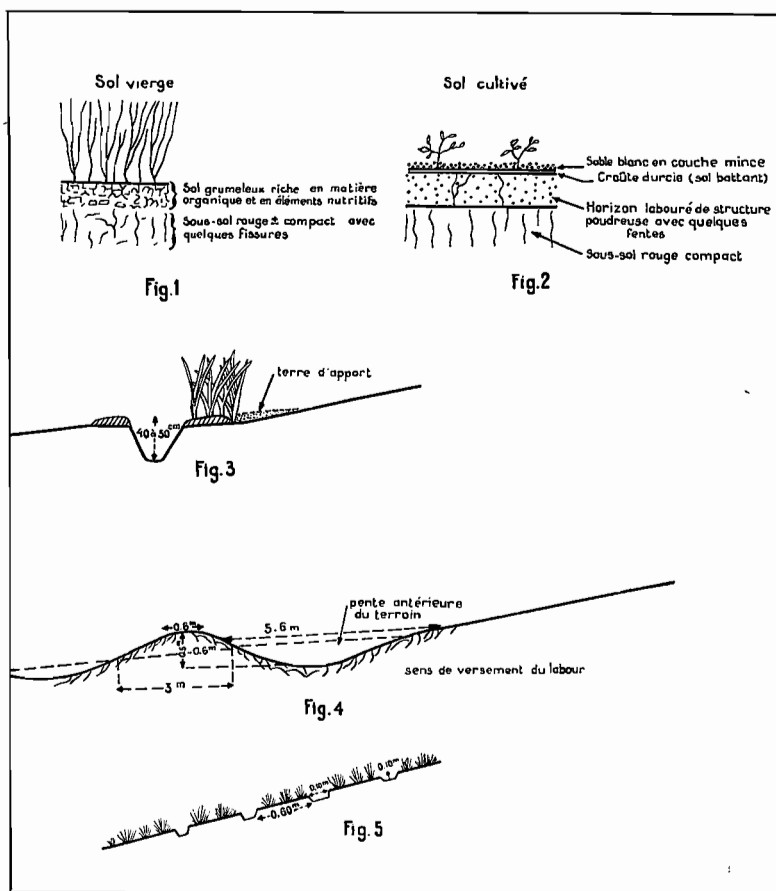
1° *La destruction de la couverture graminéenne*, lors du défrichement, expose le sol nu à l'action des pluies. C'est évidemment la partie superficielle du sol qui est érodée en premier, ce qui entraîne une baisse de fertilité estimée aux 2/3 environ.

2° *La matière organique accumulée par les graminées* depuis quelques centaines d'années est rapidement détruite par la culture (exposition aux rayons solaires, travail des micro-organismes dans un sol aéré). Les nombreuses racines et radicelles qui assurent la cohésion des petits agrégats et des mottes dans le sol vierge, sont détruites par les micro-organismes, l'humus lui-même disparaît. Le choc produit par les gouttes de pluie qui tombent sur le sol (« splash erosion ») et le passage des instruments agricoles pour les façons culturales telles que le binage, désagrègent ces grumeaux. Le sol devient poudreux et sans cohésion, l'argile et le sable sont dissociés. La perméabilité diminue car l'argile dispersée colmate les pores du sol. L'argile et le limon forment une croûte superficielle qui augmente le ruissellement et gêne la levée des semis. Le sable reste parfois en surface complètement lavé par les pluies si le courant d'eau de ruissellement n'a pas une vitesse suffisante pour l'entraîner (voir croquis 1 et 2 d'un sol vierge et d'un sol après culture).

En résumé, la cause principale de la dégradation est l'entraînement mécanique de la surface du sol ; une seconde cause importante est la destruction de la structure du sol. L'une et l'autre peuvent être concomitantes car l'érosion enlève la couche grumeleuse

pour décaper et mettre à nu une couche rouge sous-jacente compacte et de mauvaise structure.

3° *L'humus entraîné par érosion* ou détruit par les micro-organismes laisse derrière lui un sol mort. Une plante ne peut pousser sans matière organique.



CONTROLE DE LA STRUCTURE

Nous indiquerons ici trois procédés permettant de contrôler la structure au cours des années qui suivent le défrichement.

1° Mettre 25 gr de terre séchée à l'air dans un flacon :

- ajouter 200 cm³ d'eau;
- agiter 10 fois par retournement;
- verser sur un tamis n° 80;
- soulever et abaisser 5 à 6 fois le tamis dans un récipient plein d'eau;

- retirer le tamis et faire couler toute la terre dans un récipient allant au feu;
- laisser reposer quelques minutes et décanter le liquide surnageant si les éléments se trouvent en suspension;
- faire sécher et peser;
- Le pourcentage d'agrégats résistant à l'eau est égal à :

$$\frac{\text{poids d'agrégats séchés}}{25 \text{ gr} \times 100}$$

2° Placer 10 gr de terre séchée à l'air dans un tube à essai :

- ajouter 15 cm³ d'eau;
- agiter fortement une minute;
- laisser reposer une heure;
- si le liquide surnageant est limpide: dispersion = 0;
- si le liquide surnageant est trouble: prélever 5 cm³, amener à sec et peser la quantité de terre en suspension;
- rapporter à 15 cm³, donc à 10 gr ;

Faire le rapport : $\frac{\text{éléments dispersés}}{\text{terre sèche}}$

3° Pour ceux qui n'ont pas un rudiment de laboratoire:

- comparer la couleur du sol à celle d'un sol non dégradé pris comme référence (le sol passe du gris brun au rouge vif en passant par un brun rouge).

CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA LUTTE CONTRE LA DÉGRADATION DES SOLS

Pour lutter contre l'érosion nous utiliserons les terrasses, les fossés et les cultures en bandes alternées.

Pour éviter la dégradation de la structure nous chercherons à assurer une bonne couverture du sol au moins un an sur deux (protection contre l'impact des gouttes de pluie). Il sera nécessaire d'utiliser un bon assolement permettant l'enfouissement d'engrais vert destiné à enrichir le sol en matière organique.

EROSION PLUVIALE

Nous envisagerons d'abord la culture sur plateau. Le principal intérêt de la concession du B.D.P.A. est la surface importante de plateaux à pente faible, 0 à 6 %. Il était permis d'espérer une faible érosion pluviale sur de telles pentes. Or nous avons noté la formation de rigoles d'érosion dans un champ de manioc au bout de 40 m (comptés à partir de la crête topographique) sur une pente de seulement 2,5 %. Sur une pente de 5 % les rigoles commençaient 10 m après la crête topographique. D'autre part, 5 cm d'épaisseur de sol ont été décapés en un an sur une pente de 6 % (mesure faite par rapport à des pieds d'« elephant grass » déchaus-

sés). Bien que le sol se ressuie vite après la pluie, il est très peu perméable à une pluie violente, et le ruissellement est considérable. De ces constatations il résulte que des mesures anti-érosives sont nécessaires, même sur les pentes inférieures à 3 %.

ÉROSION ÉOLIENNE

Elle est beaucoup moins grave que la précédente quant au tonnage de terre arraché au sol. Elle existe cependant sur sol nu, il suffit d'observer les tourbillons de poussière qui montent vers le ciel en saison chaude.

Cette érosion enlève les particules les plus fines du sol, particules qui sont aussi les plus riches puisqu'elles sont constituées par de l'humus et de l'argile (fixant les ions tels que la potasse). Elle est nulle sous végétation dense (tapis de graminées par exemple), le tourbillon prenant naissance sur le chemin, disparaît en arrivant sur le talus. Elle peut être sensible sur une culture peu couvrante telle que le manioc, le maïs, et au moment des labours.

Mais les effets du vent sont moins nocifs par l'action de décapage de la surface du sol que par l'action desséchante sur les plantes et sur le sol. Les brise-vent seront établis surtout dans ce but, la période sèche étant assez longue dans la moyenne Sakay.

MESURES ANTI-ÉROSIVES PROPOSÉES CONTRE LE RUISELLEMENT

Nous envisagerons la création de terrasses et de bandes cultivées suivant les courbes de niveau. Ce dispositif établit un obstacle à l'écoulement superficiel à des intervalles déterminés. Nous fixerons cet intervalle à l'aide de la formule de RAMSER établie pour les sols où l'érosion se manifeste nettement.

$$D = 0,076 S + 0,608 ;$$

S = pente en % ;

D = dénivellation entre deux terrasses successives.

La longueur des terrasses sera donc pour une pente de :

1 %	68,4 m
2 %	38,5
3 %	27,8
4 %	22,8
5 %	19,7
6 %	17,7
7 %	16,2

La longueur maxima des terrasses qui est de 300 m environ n'est pas à envisager ici car le cas se présentera rarement sur les plateaux du B.D.P.A. Si la longueur maxima est dépassée il est nécessaire de fractionner en deux demi-terrasses avec un collecteur central.

Nous proposerons trois solutions pour matérialiser ces terrasses : la première (A), qui a notre préférence car elle fournit aussi une protection contre l'érosion éolienne, la seconde (B) qui a l'avantage de ne pas gêner la culture, de présenter le maximum de surface cultivable et de favoriser l'infiltration de l'eau pour les périodes sèches, enfin la troisième (C) pratiquement sans frais d'établissement, applicable dans des secteurs où le gros matériel de terrassement ne peut travailler et à la culture indigène.

Dispositif A (fig. 3). — Il consiste en la création, le long des lignes de niveau, de fossés (pente 5 ‰, profondeur 40 à 50 cm environ) à l'aide d'une charrue fossoyeuse.

Sur la partie supérieure du fossé (sur les déblais par exemple) planter 2 rangs d'herbe à éléphant pour retenir les terres et filtrer l'eau de ruissellement. Le fossé lui-même doit être enherbé, soit naturellement si les conditions s'y prêtent, soit artificiellement (*Kikuyu* ou *Cynodon dactylon*) pour éviter son creusement par l'eau courante et son colmatage par le limon empêchant toute absorption. Il doit être entretenu tous les ans pour éviter son comblement. Son rebord inférieur n'a pas besoin d'être protégé.

Peu à peu la haie anti-érosive d'« elephant-grass » accumulera de la terre et la pente entre deux fossés diminuera. Pour faciliter la formation de cette large banquette il est recommandé de labourer en versant vers le bas.

Fossé et haie anti-érosive occuperont environ 1/10^e de la surface et ne seront pas forcément improductifs. L'herbe à éléphant pourra être fauchée à une certaine hauteur au-dessus du sol pour l'alimentation du bétail. Nous avons choisi l'herbe à éléphant parce qu'elle pousse bien dans la région, qu'elle est comestible et peut servir de brise-vent. On lui reproche parfois sa tendance à gagner sur les cultures. Le Vetyver peut être utilisé mais ne présente pas les mêmes avantages.

Dispositif B (fig. 4). — Il est moins efficace contre le ruissellement mais doit être essayé, surtout si l'on crée des prairies permanentes ou des engrais verts à végétation très prolongée durant la saison sèche. Il consiste à remplacer le fossé par une grande dépression suivie d'une ondulation du terrain, le tout construit à l'aide d'un motor-grader (opération sur terrain labouré) et entretien par le labour. Il est préférable d'enherber tout ce dispositif ou de le couvrir à l'aide d'un engrais vert afin que le talus se tasse et que la terre retrouve son équilibre. Les années suivantes on peut cultiver le tout, à condition de labourer de manière à maintenir la forme de l'ensemble.

Le but de ce dispositif est de faciliter l'infiltration de l'eau car en principe le large fossé n'a pas de pente ou une pente très faible (2‰). L'eau s'accumule dans le fossé pendant la pluie et s'infiltré ensuite.

Il faut respecter les largeurs de terrasses indiquées plus haut et limiter la largeur à 200 m.

Le labour de la partie en creux et un fort sous-solage augmenteront l'infiltration. Nous avons constaté au cours de notre prospection début juillet un sol presque sec jusqu'à 1 m 50 de profondeur sous végétation naturelle et humide à 30 cm de profondeur sous sol labouré adjacent, ce qui représente une grosse amélioration de la teneur en eau par le labour.

N'ayant pu pratiquer des mesures de perméabilité, nous ne pouvons que préconiser un essai de ce dispositif sans pouvoir le recommander formellement. Il est surtout intéressant en prairie artificielle, sinon la culture par bandes alternées est indispensable.

Dispositif C. — Pour les faibles pentes un dispositif particulièrement économique est le suivant : lors du défrichement on réserve tous les 25 m une bande enherbée de 3 à 4 m de large environ le long de la courbe de niveau. Le labour se fait parallèlement à la bande vers le bas. La surface non cultivée est assez importante et le pâturage des bandes enherbées doit être très strictement limité.

AMÉLIORATION DES PRAIRIES NATURELLES

Toujours pour diminuer le ruissellement et augmenter l'infiltration il est recommandé de tracer des sillons le long des courbes de niveau dans les prairies (fig. 5). On améliore ainsi le pâturage tout en protégeant de l'érosion les terrains en contre-bas (pour les dimensions voir figure). Le travail se fait à l'aide d'un cultivateur à larges dents.

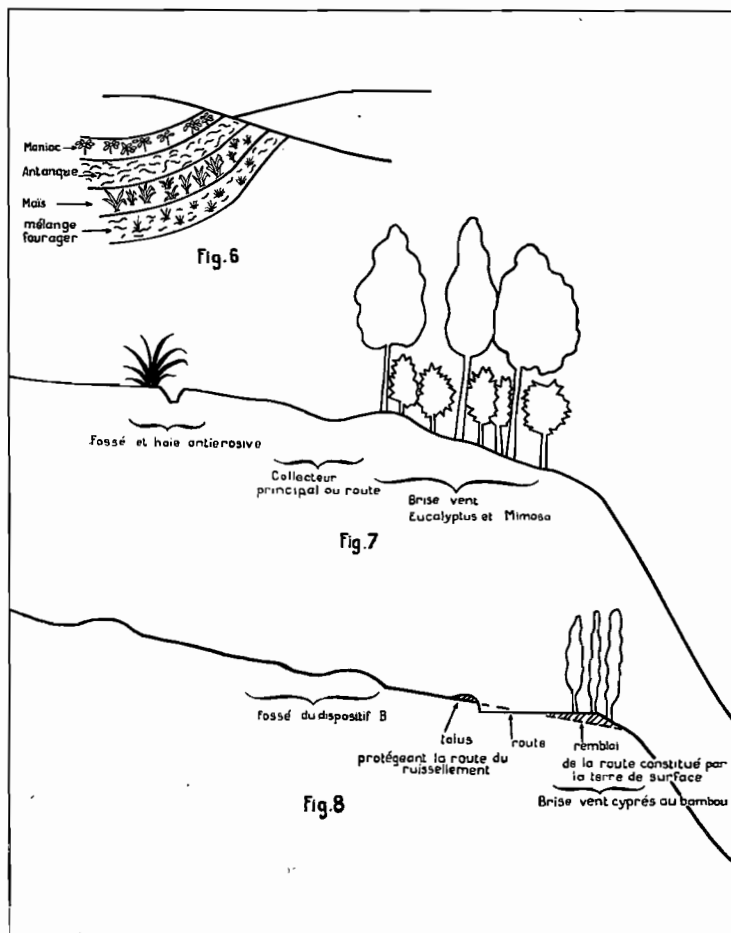
MESURES A PRENDRE CONTRE LA DÉGRADATION DES SOLS

Nous avons vu précédemment que pour maintenir la structure du sol et sa productivité il fallait enrichir le sol en matière organique. Les engrais verts permettent cet enrichissement. Les mélanges fourragers déjà utilisés : ambérique-sorgho-herbe à éléphant, etc... jouent aussi ce rôle lorsqu'ils sont enfouis.

Nous n'avons pas ici l'intention de fixer une rotation déterminée, celle-ci devant être établie selon les conditions économiques et l'orientation donnée à la ferme. Actuellement l'importance des fourrages artificiels pour l'alimentation du bétail est un facteur favorable à la conservation des sols. Soja et Dolichos lablab pourraient être utilisés en tant que nourriture et engrais vert.

Mais cette rotation peut être combinée à un assolement par bandes alternées. Il faut faire alterner sur la pente une culture sarclée suivie d'une culture couvrante (engrais vert ou mélange fourrager), elle-même suivie d'une culture sarclée (fig. 6). L'assolement est ainsi automatiquement assuré ainsi que le maintien de la struc-

ture. Quelque soit le dispositif anti-érosif adopté, la culture en bandes alternées ne permet l'érosion que d'une bande sur deux : érosion pluviale en même temps qu'érosion éolienne. Cette pratique est considérée par nous comme obligatoire.



MESURES DÉFENSIVES CONTRE LE VENT

Des brise-vent sont nécessaires pour éviter l'érosion éolienne et le dessèchement du sol durant la saison sèche. Étant donné le peu de largeur des plateaux en général et leur disposition en croupes allongées, des rideaux d'arbres et arbustes, en bordure des plateaux, semblent suffisants. Ils ne gêneront pas la culture et assureront une bonne protection (on admet une protection égale à 20 fois la hauteur de l'obstacle). Nous envisageons dans ce rôle des Cyprès et des Bambous. Il est préférable de planter ou

semier ces espèces sur un sol ameubli et humide. Le talus du collecteur principal (voir plus loin) ou le remblai de la route conviendront très bien. La route et le collecteur serviront d'obstacle si l'on craint l'invasion des cultures par les arbres ou l'épuisement du sol par leurs racines (fig. 8).

Si les Eucalyptus sont employés en bordure de plateau il faut absolument un sous-étage de mimosa, bambou, téphrosia ou autres arbustes, car le couvert des eucalyptus est insuffisant et le vent passe entre les troncs. Les haies d'elephant-grass complètent le dispositif (fig. 7).

MISE EN ŒUVRE DES MESURES ANTI-ÉROSIVES

Quel que soit le système adopté, il se déploie toujours selon les courbes de niveau et il faut prévoir dans l'aménagement les voies d'accès et les voies d'écoulement des eaux. D'après la topographie la plus commune des plateaux du B.D.P.A., nous proposons le schéma suivant (fig. 9).

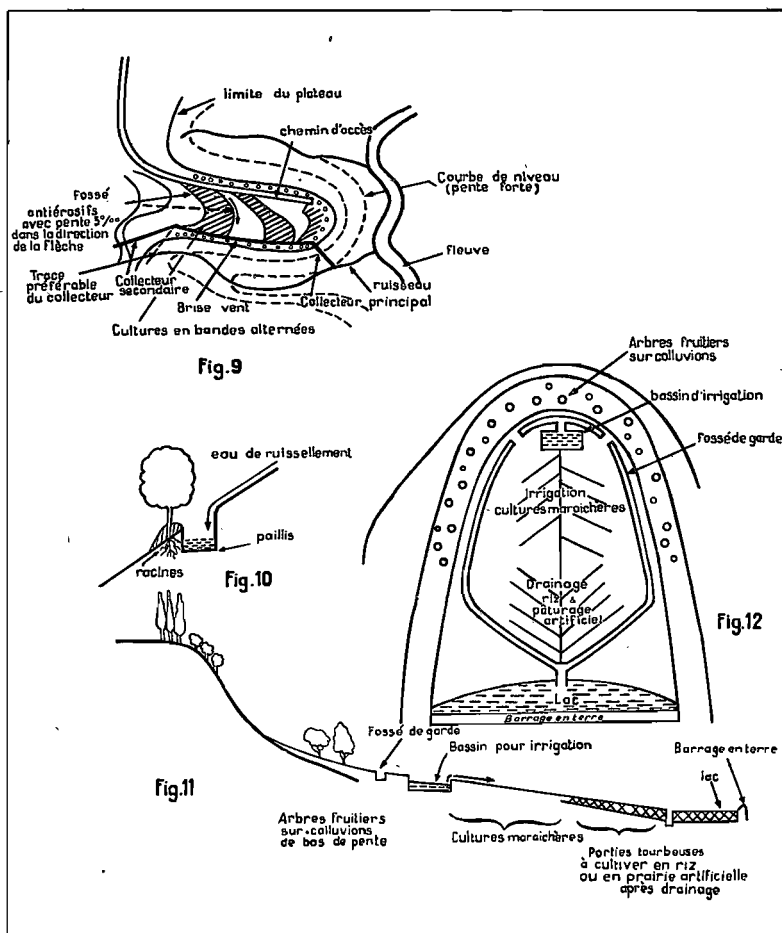
La route sera dans la partie haute relativement à l'écoulement général qui se fera par l'intermédiaire des fossés dans le collecteur principal. Un simple talus assurera une sécurité (fig. 8) et fermera les fossés à leurs extrémités (il doit être facilement franchissable par les engins agricoles). L'érosion sur le chemin sera ainsi réduite au strict minimum (l'eau de pluie tombant directement sur cette surface).

Le collecteur principal doit être large (3 à 4 m), peu profond (50 cm) et enherbé naturellement ou artificiellement ; un motor-grader ou un angle dozer fera rapidement le travail. Si la topographie le permet, ce collecteur devra s'écouler vers la tête de vallée, amenant l'eau au barrage, aux réservoirs pour cultures maraîchères etc... sinon l'écoulement se fera à l'extrémité de la croupe.

De toute façon des pentes fortes seront obligatoires pour descendre du plateau jusqu'à la vallée. Il faut utiliser de préférence un ravin déjà formé mais veiller de très près à l'écoulement rapide qui peut donner naissance à une lavaka. Si on remarque la moindre trace de destruction du couvert végétal et le début d'un surcreusement du collecteur il faut placer des clayonnages de branches en travers, ou exécuter de petits barrages en pierres sèches tenues par du grillage, il faut enfin cimenter si c'est nécessaire (cas d'une surface drainée très importante).

Il n'y a pas de collecteur dans le dispositif C.

Nous donnons évidemment un schéma général qui doit être adopté à chaque topographie particulière. Des collecteurs secondaires peuvent être nécessaires. Ils seront construits selon le même principe c'est-à-dire larges, peu profonds et enherbés.



La base de tout aménagement est le tracé des courbes de niveau. Ce tracé doit être exécuté à l'aide d'un niveau par un bon topographe. Il faut veiller surtout à la pente bien régulière des fossés anti-érosifs et des larges fossés du dispositif B. Pour le dispositif C la règle fournie par le « Service de la Conservation des Sols » suffit largement si elle est bien employée. Un défaut dans le nivellement se traduit par une accumulation d'eau, la rupture du talus de fossé et une ravine dans la parcelle située en contre-bas. Tout le dispositif est compromis.

On matérialise généralement les courbes de niveau d'abord par des piquets, ensuite par une raie de labour avant le passage des autres engins, motor-grader et autres.

PROTECTION DES PENTES

Un bon aménagement des plateaux protégera déjà les pentes en supprimant une partie du ruissellement superficiel. A défaut de reboisement ou de réembroussaillage total des pentes, il serait souhaitable de protéger la crête militaire qui est toujours la partie la plus érodée. Les brise-vents assureront en même temps cette protection, à condition qu'il y ait un sous-bois dense de Mimosas par exemple, car l'eucalyptus seul ne protège pas le sol contre l'érosion en nappe.

Avant la plantation du rideau d'arbres sur le rebord du plateau, il faut toujours laisser une bande de 5 m. au moins de graminées denses pour éviter l'entraînement des graines de Mimosas par exemple.

Les pentes possédant un sol sec, compact et sans humus, la reprise et la bonne pousse des plants sont difficiles dans ces conditions.

Nous conseillons le *Melia* pour les pentes, c'est une espèce très rustique qui se bouture et rejette de souche. De simples piquets enfoncés à la masse en saison des pluies ont repris dans le parc de Tsimbazaza. Il faut bien choisir la période pluvieuse. Les mimosas sont à essayer. Si l'on veut couvrir le sol à tout prix on peut aussi faire des barrages d'aloès alignés selon les courbes de niveau.

Un procédé de reboisement efficace mais coûteux consiste à creuser des fossés aveugles en quinconce (2 m de long, 0,30 de large, 0,30 de profondeur) pour absorber l'eau et supprimer le ruissellement. Les arbres sont plantés en contre-bas à 40 cm du fossé dans les déblais. Il faut garnir le fond du fossé d'un paillis (« Bozaka ») pour éviter le colmatage. L'arbre profitera de l'eau infiltrée et de la matière organique de décomposition du paillis (fig. 10).

CORRECTIONS DES RAVINS

Sur les pentes existent déjà des passages préférentiels de l'eau. Ces ravins peuvent être utilisés comme collecteur principal (voir plus haut) en veillant à maintenir leur état de végétation naturelle afin qu'il laisse couler l'eau sans entraînement de terre. Si ces ravins dégénèrent, se creusent, s'il y a entraînement de terre provoquant des dégâts sur les cultures de la vallée, il faut exécuter des barrages en branchages, des cascades en pierres sèches, etc...

Pour les lavaka très avancés il n'existe aucun moyen pratique de lutte. Un fossé de garde en tête de lavaka et un réembroussaillage toujours difficile peuvent le stabiliser. Il faut consulter un technicien car il n'y a que des cas particuliers.

AMÉNAGEMENT DES BAS-FONDS

Nous ne nous attarderons pas sur ce chapitre car les réalisations actuelles sont dans la bonne voie.

Nous résumerons (voir fig. 11 et 12) :

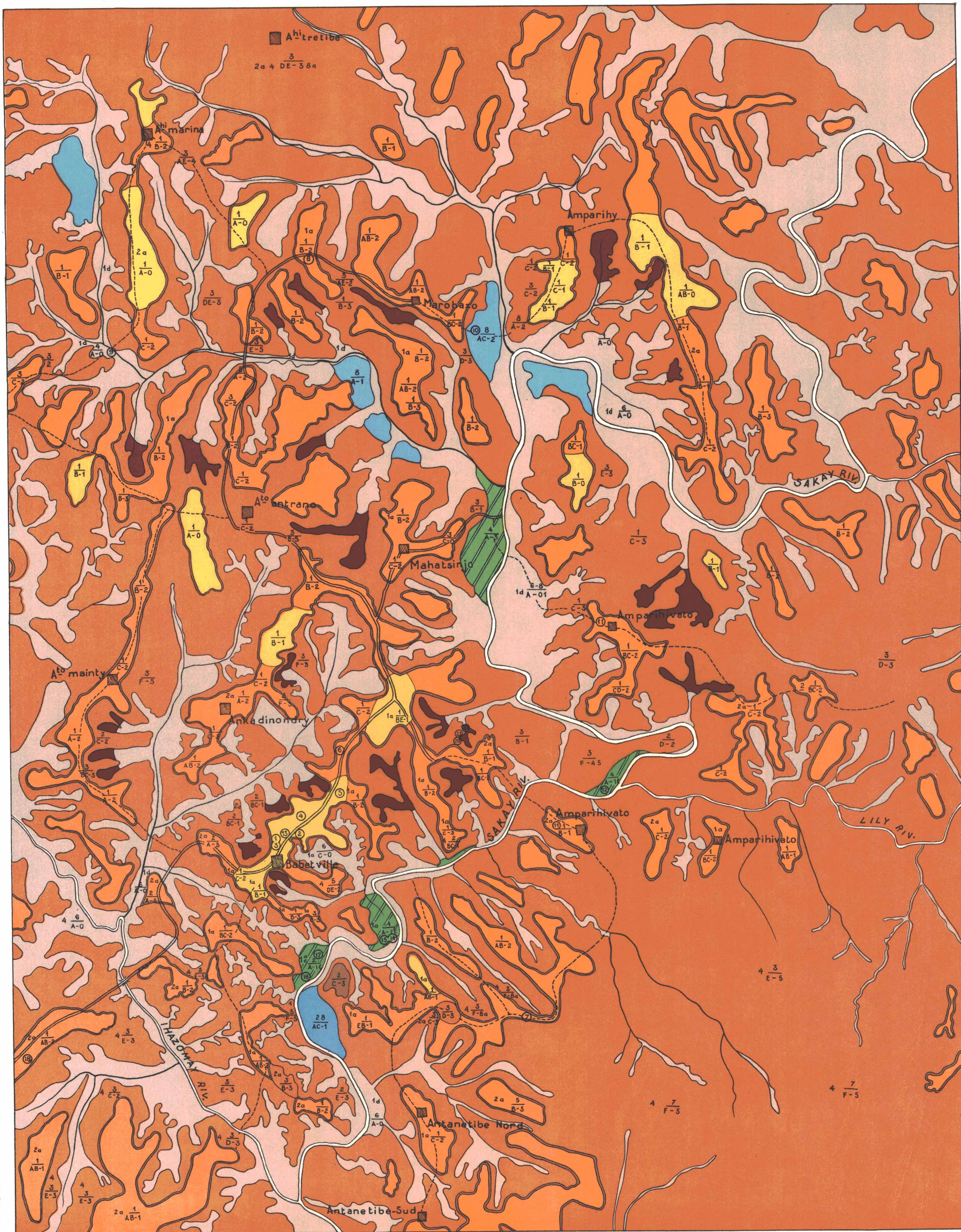
1° Plantation d'arbres fruitiers sur colluvions de bas de pente (sol meuble, toujours humide, abri du vent).

2° Culture maraîchère sur irrigation et drainage.

3° Fossé de garde collectant l'eau des sources et l'eau de ruissellement des pentes.

4° Création de bassin (réserve d'eau pour l'irrigation), de lac artificiel pour pisciculture (pour les barrages en terre utiliser la terre rouge argileuse plutôt que la terre blanche plus sableuse et très perméable en général).

5° Drainage des marais pour culture du riz ou pâturage permanent artificiel (elephant-grass ou graminées résistant bien à l'humidité du sol). Ces pâturages permettront l'alimentation du troupeau en saison sèche.



LEGENDE

CLASSE DE SOL

- I A Sol de bonne fertilité, profond, pouvant porter des cultures riches avec irrigation.
- I B Sol de fertilité plus moyenne, sableux, nécessite fumure organique et colmatage par irrigation.
- II Sol de bas fonds, bon pour rizière ou pâturage artificiel après drainage, étang pour pisciculture.

- III A Bonne fertilité mais entretien de cette dernière par fumure, rotation, prairie temporaire. Mesures antiérosives: haie vive, terrasses en pente.
- III B Sol déjà un peu dégradé par érosion. Mesures de régénération et mesures antiérosives nécessaires. (Rotation avec engrais vert.)
- V Culture potagère ou fruitière recommandée pour des raisons de sol, d'eau et de microclimat.

- VII A Sol bon pour pâturage.
- VII B Forêt économique ou rideau forestier exploitable souvent nécessaire contre érosion éolienne.
- VII C Zone à réembrasser ou même à reforester si possible. Éviter le pâturage. Végétation naturelle à protéger.

PUBLICATIONS
DE
L'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
TANANARIVE-TSIMBAZAZA

NOTICES PUBLIÉES :

- 1. BOSSER (J.) et ROCHE (P.). — Feuille d'Andilamena (24 p.).**
- 2. RIQUIER (J.). — Feuille d'Ankadinondry et de Babetville (28 p., 12 fig.).**